

Title	冠不全に対するCardiopneumonopexyの作用機序に関する実験的研究
Author(s)	村川, 繁雄
Citation	日本外科宝函 (1960), 29(5): 1137-1157
Issue Date	1960-09-01
URL	http://hdl.handle.net/2433/207156
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

冠不全に対する Cardiopneumonopexy の作用機序 に関する実験的研究

大阪医科大学外科学教室（指導 麻田栄教授）

村 川 繁 雄

〔原稿受付 昭和35年7月9日〕

EXPERIMENTAL STUDY OF SURGICAL TREATMENT FOR CORONARY INSUFFICIENCY: CARDIO PNEUMONOPEXY WITH REFERENCE TO ITS FUNCTIONAL MECHANISM

by

SHIGEO MURAKAWA

From the Department of Surgery, Osaka Medical College
(Director: Prof. Dr. SAKAE ASADA)

For the purpose of elucidating the functional mechanism of cardiopneumonopexy on coronary insufficiency, GO-dogs, produced in the author's laboratory by gradually occluding the anterior descending branch of the left coronary artery, were treated with four kinds of cardiopneumonopexies: namely, LEZIUS's, HARKEN's, CARTER's and ASADA's procedures. After postoperative periods of one to several months, the pexized lung was perfused with a Congo Red solution, and the amount of Congo Red solution transmitted through the pexized portion from the lung to the heart was determined by the author's lung-heart perfusion test. Postmortem angiography of the collateral vessels formed between the lung and the heart was done. Also pathohistological examinations of the lung, the myocardium and adhesion tissue between the lung and the heart were also carried out. The following conclusions were reached.

Formation of the adhesion between the lung and the heart, and development of the collateral vessels in and around the adhesion were far more pronounced in GO-dogs treated with cardiopneumonopexy than in normal dogs given the same treatment. The amount of dye solution transmitted from the lung to the heart was more than twice as much in GO-dogs as that in normal ones. From these results, it was inferred that the collateral circulation between the lung and the heart developed fairly well by the cardiopneumonopexy for the myocardium under an ischemic state and that blood flow from the lung into the myocardium may exist. Furthermore, the cardiopneumonopexy greatly reduced, if not prevented completely, the development of changes such as patchy fibrosis which were expected to develop almost always within the myocardium when gradual occlusion alone had been performed.

These results revealed that the myocardium with the gradually occluded coronary artery was well protected by extracoronary blood supply from the lung.

Comparison of the four procedures indicated that the formation of adhesion between the lung and the heart as well as the development of collateral vessels were best achieved by Asada's modified cardiopneumonopexy utilizing a congestive lung and asbestos poudrage, followed by CARTER'S, HARKEN'S and LEZIUS'S operation in this order. It also became clear by injecting the Schlesinger mass that the diameter if these collateral vessels were over 40μ . The amount of dye solution transmitted from the lung to the heart in the author's lung-heart perfusion test decreased also in the order indicated above, the changes in the myocardium with the gradually occluded coronary artery being slight and inversely proportional to the amount of dye solution transmission.

From these results, it was concluded that extracoronary blood supply from the lung to the myocardium plays an important role, as the functional mechanisms of cardiopneumonopexies for coronary insufficiency, and that among various cardiopneumonopexies, the best result was brought about with a procedure which forms the lung-heart adhesion most markedly.

目 次

I 緒 言

II 実験方法

[A] 実験犬作成法

- 1) GO犬
- 2) 各種のCardiopneumonopexyを加えたGO犬
 - a) Lezius's Cardiopneumonopexy
 - b) Harken's Cardiopneumonopexy
 - c) Carter's Cardiopneumonopexy
 - d) 心・鬱血肺癒着術(麻田・武内)

[B] 検索方法

- 1) 肺心灌流実験
 - a) 実験方法
 - b) 肺心移行量の算定方法
- 2) 形態学的研究
 - a) 心肺癒着部の血管造影
 - b) 病理組織学的検索
 - i) 肉眼的観察
 - ii) 組織学的検索

α) 左冠動脈前下行枝狭窄部

β) 心肺癒着部

γ) 心 筋

III 実験成績

[A] 対照実験

- 1) GO犬に於ける心筋変化
- 2) 正常犬に対する心・鬱血肺癒着術の成績

[B] 本実験

GO犬に対する心肺癒着術の効果

- 1) Lezius's Cardiopneumonopexy
- 2) Harken's Cardiopneumonopexy
- 3) Carter's Cardiopneumonopexy
- 4) 心・鬱血肺癒着術群
 - a) Asbestos Poudrage 施行群
 - b) Asbestos Poudrage 非施行群

IV 総括並びに考按

V 結 論

文 献

I 緒 言

冠不全に対する外科的療法の研究は, Jonnesco (1916) 以来既に半世紀の歴史を有し, この間に多種多様の術式が考案されたのであるが, 現今の趨勢は心筋内

血行の積極的改善を企図する, いわゆる Myocardial Revascularization によつて, 冠動脈硬化その他の原因で招来されている冠不全の状態を軽減乃至消失せしめようとする方向に進んでいるということが出来る。かゝる目的を以つて, 各種の臓器や組織を心表面

に癒着せしめるCardiopercardiopexy²⁴⁾²⁶⁾²⁹⁾, Cardiopneumonopexy¹⁾²⁾⁸⁾¹²⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾²³⁾³⁰⁾³²⁾, Cardioomentopexy²¹⁾²²⁾や、内胸動脈を心筋内へ移植する Vineberg³³⁾ 氏手術や、冠静脈洞乃至は大心静脈の結紮術や³⁾⁹⁾、或いは又内胸動脈結紮術等の諸術式が実施され、これらの手術は程度の差こそあれ、一応臨床的にも有効なことが判明したのである。

ところで、これらの手術の作用機序については、手術によつてもたらされる冠内性副血行路、即ち、冠動脈相互の間における血管吻合 Inter coronary Collateral Anastomosis の発達を最も重要視する説があり、一方では冠外性副血行路 Extracoronary Collateral Anastomosis の発達により周囲臓器から心臓へ血液が供給されるという点をより強調する考えが見られる。前者、即ち、冠内性副血行路の意義については、Beck 等の Retrograde Flow Method¹³⁾ を用いる広範な研究によつてほぼこれが確認され、即ち、冠動脈疾患の際に発生し易い心室細動、いわゆる Mechanism Death—Beck 等によれば心筋内の小範囲の乏血部が誘因となつて起るという一が、Beck I⁶⁾ 手術又は Cardiopercardiopexy 等によつて発達した冠内性副血行路を経てごく少量の血液 1～5 cc/min が乏血部へ供給されることにより、防止されうることが立証された。

しかしながら、冠不全の主な原因は冠動脈硬化であり、常に進行性で、且つ二三の主要冠動脈と同時に病変が波及していることが当然考えられるので、上述の Mechanism Death の他に冠血流総量の減少による心筋の荒廃、及びこれに起因するいわゆる Muscle Death が当然問題となり、これに対しては冠動脈相互間の吻合の増大のみでなく、更に心外血管と心内血管との間の吻合をも増大せしめて、心筋への Total Inflow の増加を計る必要性が認められた。先に挙げた各種術式、特に各種の Cardiopexy は、第一義的にはかゝる冠外性血液供給を目的として考案されたのである。しかしながら、現在迄にこの心外血管から心筋へ向う血流の存在を直接に証明した実験は意外にも甚だ少ないのであり、更にこの冠外性血液供給を量的に測定し、これが冠不全にどのような効果をもたらすかを検討した研究は、未だ見当たらないのである。

一方、従来行われて来た研究に見られた大きい欠陥の一つは、実験動物として正常犬、若しくは冠動脈結紮犬が使用されたことであつて、人間における臨床像とは著るしく趣を異にしているために、臨床的効果を推論する上の確実な資料となし得なかつたことであ

る。

著者は、かゝる従来の諸問題を解決すべく、当教室で作成された漸進的冠動脈狭窄犬²⁰⁾（我々はこれを GO 犬と呼んでいる）を利用し、これに Cardiopneumonopexy を施行した場合の冠外性副血行量、即ち、肺から心肺間の癒着部を通つて心臓へ流れ得る血流量を、新たに著者が考案した肺心灌流実験によつて測定し、更に病理組織学的検索をも併せて行つて、冠不全に対する Cardiopneumonopexy の効果の作用機序について、特に冠外性副血行路の意義について検討を加え、興味ある知見を得たので、此処に報告する次第である。

Ⅱ 実験方法

〔A〕 実験犬作成方法

1) 漸進的冠動脈狭窄犬（GO 犬）

当教室中村²⁰⁾の方法に従つて作成した。体重 7～15 kg の健康な雄犬を用い、Thiopental Sodium の静脈内麻酔（20mg/kg）を行い、気管内に挿管、人工呼吸の下に、左第 4 肋間で開胸、心外膜を横隔膜神経の前方で広く切開し、左冠動脈前下行枝を起始部から 0.5～1.0cm の部で周囲組織より剝離した後、この上に Dicytyl Phosphate を含む Gelatin Sponge を載せ、前下行枝とこの Sponge とをアルミ板と鋼線からなる枠で取り囲んだのである。かゝる操作の後には、枠の中で増大する Dicytyl Phosphate Granuloma の圧迫によつて、前下行枝の起始部に徐々に進行する狭窄が発生した。

2) 各種の Cardiopneumonopexy を施行した GO 犬

上述の前下行枝起始部に於ける GO 作成の操作が行われた後、直ちに引き続き、次のべる 4 種の Cardiopneumonopexy が追加施行された。

a) Lezius's Cardiopneumonopexy

心臓を左心室前壁部から心尖にかけて広く切除し、Lezius の原法に従い、心外膜をガーゼで擦過した後、左肺中葉（人間の左上葉舌状部に相当する）を、その尖端が心尖に達する如く、深く心臓腔内に挿入し、しかる後中葉を周囲の心臓切除縁に数本の絹糸を以つて固定して、該中葉の頭側への退縮を防ぐとともに、その内面を左心室前壁に密着せしめた。

b) Harken's Cardiopneumonopexy

Harken の原法に従い、いわゆる De-epicardialization の目的を以つて、先ず左心室前壁に 95% Phenol を薄く一様に塗布した。次いで左肺中葉の内面及び心

Filterを用い、又 Congo Red と Evans Blueの両者を含む第2回血液サンプルの血清は624mμのFilterを用い光電比色計で吸光度を測定した。

b) 肺心移行量の算定法

i) 循環血漿量は、第2回血液サンプルよりの吸光度から、次の如き計算式で算出した。

$$\text{循環血漿量} = \frac{Es \times 500}{Em} \text{cc}$$

Es: Evans Blue 500倍稀釈血漿溶液吸光度

Em: Evans Blue 注入10分後の血漿溶液吸光度
(血液サンプルⅡ)

ii) 肺心移行量は次の式で測定した。

$$\text{肺心移行量} = \frac{C \cdot D}{a \cdot K}$$

C: 循環血漿量

D: 第1回血液サンプルの Congo Red による血漿吸光度 (血液サンプルⅠ)

a: 比色に際しての灌流液稀釈倍数

k: a倍に稀釈した灌流液の Congo Red による吸光度

即ち、 $k \cdot C \cdot D$ は体循環血液中に移行したCongo Redの総量であり(kは係数)、これを灌流液のCongo Red濃度 $k \cdot a \cdot K$ で除すと肺心移行量(cc/10min.)が求められた。なお、本灌流実験実施中は体血圧を正常値に近く維持することが生理学的実験として極めて必要であるが、著者は開胸から剝離の全過程に亘つて止血に細心の注意を払うことにより、全例において80~120mmHgの血圧を維持することが出来た。

2) 形態学的研究

灌流実験を完了した後、放血により屠殺し、以下に述べる如き各種の形態学的検索を行った。

a) 心肺癒着部の血管造影

左肺と心臓が癒着したまゝで両者を一塊として剔出した後、Schlesinger氏溶液(直径40μ以上)又は水溶性造影剤Urographinを、左肺動脈内へ注入し、数時間氷室で冷却後、心肺癒着部を心基底部より心尖に向つて、0.5~1.0cmの間隔で水平に輪切にし、X線撮影を行った。即ち、左肺動脈へ注入された造影剤が、心肺癒着部内に発達した副血行路を通過して、心筋内へ移行したかどうかを、血管造影所見から検討したのである。なお、一部の犬については、左肺動脈内へ0.03%Evans Blue 溶液を注入し、この色素が心肺癒着部を通過して冠動静脈系へ移行するかどうかを肉眼的に観察した。

b) 病理組織学的検索

i) 肉眼的観察

先ず肉眼的に肺と胸壁との癒着状態、肺の色調並びに含気性、心肺間の癒着の範囲並びに強さ、心臓に於ける心筋梗塞発生の有無等を観察した。

心肺間の癒着の程度を記載するに当つては、癒着の範囲については、左肺中葉が左心室前壁から心尖迄全面を掩つているものを広範囲(卅)、2/3を掩つているものを中範囲(卅)、1/3程度を掩つているものを小範囲(十)に分類し、又癒着の強さについては、指先による剝離が不可能なものを高度(卅)、指先をもつて剝離し得るものを中等度(卅)、肉眼的にも極めて疎で容易に剝離し得るものを軽度(十)と記載することとした。

ii) 組織学的検索

次いで組織学的検索を、以下の各部位について行った。

α) 左冠動脈前下行枝狭窄部

左冠動脈前下行枝の走向に直角な割面で連続切片を作成し、GOを行つた部位の冠動脈狭窄の程度及び冠動脈壁の器質的变化を検索した。

狭窄程度の分類は中村に従い、内腔の断面積の縮小の程度がもとの25%以下となつたものを高度狭窄(卅)、50%以下となつたものを中等度狭窄(卅)、50%以上に止まつているものを軽度狭窄(十)とした。

β) 心肺癒着部

心肺癒着部については、肺実質並びに肺肋膜の変化、肉芽組織の性状、新生血管の発達状態、心外膜の荒廃の有無、Schlesinger Massの冠動脈への移行の有無等を検討した。

γ) 心筋

前下行枝GOの配下である、左心室前壁の中央部及び心尖部の2ヵ所から標本を作成し、心筋梗塞、その他の心筋変化の有無を検索した。

以上の組織標本はパラフィン包埋によつて切片を作成し、染色には Hematoxylin-eosin 染色及び Heidenhain-azan 染色を用いた。

Ⅲ 実験成績

A) 対照実験

1) GO犬に於ける心筋の変化5例(No.1, 2, 3, 4, 5)(表1)

GO犬では、前下行枝GO配下の心筋にどのような変化が生じるものであるかを検討する目的で、5頭の正常犬にGOを施行し、約1ヵ月後に屠殺して検索した。

表1 GO犬に於ける心筋の変化

実験犬番号	体重性別	術後日数	組織学的所見		
			前下行枝GO部		狭窄配下の心筋の変化
			狭窄度	血管壁変化	
No. 1	13kg 公	28	卅	内膜肥厚	梗塞性癒痕
No. 2	9 kg 早	32	卅	—	—
No. 3	12kg 早	35	卅	—	Patchy Fibrosis
No. 4	8 kg 公	37	卅	—	Patchy Fibrosis
No. 5	11kg 早	40	卅	—	Patchy Fibrosis

成績を述べる。

肉眼的には、No.1では左心室前壁に2×2cmの梗塞が認められたが、他の4例では心筋はほぼ正常であった。

組織学的には、前下行枝GO部は4例(No. 1, 2, 3, 5.)が高度の狭窄を示し、No. 1. では内膜の肥厚を伴った。No. 4. は中等度の狭窄を示した。

GO配下の左心室前壁には、No. 1 では心内膜下より筋層に達する比較的広範な癒痕が認められ(図2.)、No. 3, 4, 5. では心内膜下に Patchy Fibrosis が認められた(図3.)。No. 2. では心筋に著変が見られなかった。

〔小 括〕

以上、GO 犬では、前下行枝起始部の狭窄が概ね高度に生じており、GO 配下の心筋には乏血による病的変化——梗塞性癒痕、Patchy Fibrosis——が見られた。即ち、冠内性副血行路の発達による血液補給のみでは、これらの心筋変化の発生が防禦され得なかったことが判明した。

2) 正常犬に対する心・鬱血肺癒着術の成績

—3例(No. 6, 7, 8). (表2)

正常犬に対して Cardiopneumonopexy が行われた場合には、肺心移行量はどれ位であり、心肺間の副血

行路の発達はどうであるかを検討する目的で、先ず3頭の正常犬に対し心・鬱血肺癒着術を施行し、上述の各種実験を行った成績を述べる。

i) 灌流成績：手術後の経過は3例とも順調で、38～60日後に肺心灌流実験を行った。

灌流時の血圧はいずれも100mm Hg 前後を維持し、肺心移行量は夫々5.8cc, 5.9, 6.2cc/min/100g心筋であった。即ち、正常犬に対して心・鬱血肺癒着術が行われた場合に於いても、肺から心筋へ6.0cc/min/100g心筋程度の灌流液が移行するものであることが判明した。

ii) 血管造影像：次に Schlesinger Mass を左肺動脈内へ注入して、肺血管系と冠循環系との間に血管吻合が発達したかどうかを調べた。No. 6 では樹枝状に分岐した肺動脈影像が肺肋膜部に完全に消失し、心外膜下へ移行している像は見られなかった(図4)，No.7 もNo.6 とほぼ同様な所見を示した。しかしながらNo.8 では、肺肋膜を越えて心外膜下に達している微細な線状陰影が認められた。

iii) 肉眼的所見：心肺間の癒着状態は、範囲、強さともに軽度乃至中等で、特にNo.6., No.7. では指先で容易に剝離し得る軽度の癒着であった。

iv) 組織学的所見：心肺癒着部では、肺肋膜及び心外膜はともに部分的には上皮の脱落を認めたが大部分は残存しており、両者の間に存在する肉芽組織の発達は軽度で、且つその中に含まれている新生血管も比較的少なく(図5)，肺動脈内へ注入された Schlesinger Mass が心外膜を越えて心筋内の冠動脈へ移行している像は見られなかった。ただ、No. 8ではNo. 6, No. 7 に較べて肉芽性癒着がやや強く形成され、新生血管も発達し、心外膜下冠動脈内に少数の Schlesinger Mass が認められた。

〔小 括〕

以上正常犬に対して心鬱血肺癒着術が実施された対

表 2 正常犬に対する心・鬱血肺癒着術の成績

実験犬番号	体重性別	術後日数	肺心灌流実験		血管造影	心肺間の癒着		組織学的所見		
			血圧 mmHg.	肺行血量 cc/min/ 100g心筋	Schlesinger Mass の心筋 内への移行	範 囲	強 さ	心肺癒着部		心筋
								心の外荒膜癒	新生血管達	心筋内の Schlesinger Mass
No. 6	12kg 公	60	83~70	5.8	—	+	+	+	—	—
No. 7	9 kg 公	38	100~80	5.9	—	+	+	+	—	—
No. 8	11kg 早	54	105~90	6.2	+	+	卅	+	+	+

表 3 G O犬に対するLezius's Cardiopneumonopexy の成績

実験犬番号	体重性別	術後日数	肺心灌流実験		血管造影	心肺間の癒着		組織学的所見							
			血圧 mmHg.	肺心 心量 cc/min/ 100g心筋	Schlesinger Mass の 心筋内へ の移行	範 囲	強 さ	前下行枝 GO部		心肺癒着部		心筋			
								狭窄 度	血の 管変 壁化	心の 外荒 膜腐	新生 血管 達	心筋内 のSchl- esinger Mass	の化 筋変		
													狭 窄 配 下	の 筋 変	
No. 9	11kg 公	30	120~90	8.2	±	+	+	卅	—	—	±	+	Patchy Fibrosis		
No.10	9 kg 公	32	110~82	7.2	±	+	+	+	—	—	±	+	Patchy Fibrosis		
No.11	11kg 早	31	120~95	10.4	+	+	+	卅	内膜増殖	—	+	+	Patchy Fibrosis		

照群に於ける所見を要約すると次の如くである。肺心灌流実験では 5.8~6.2cc/min/100g心筋の肺心移行量が認められ、心肺間の癒着の程度は軽度で、血管造影所見もこれと一致し、Schlesinger Mass を通過せしめる程度の大きさ (40 μ 以上) の血管吻合は心肺間に殆んど形成されていなかった。

〔B〕 本実験

GO犬に対する各種心肺癒着術の効果

1) Lezius's Cardiopneumonopexy — 3例 (No. 9 ~ No. 11) (表 3)

本手術を施行した 3 例の成績は以下の如くである。

No. 9

i) 灌流成績：術後の経過は順調で、30日目に灌流実験を行った。実験中の血圧は 120~90mm Hg を維持し、肺心移行量は 8.2cc/min/100g心筋であった。

ii) 血管造影像：灌流実験終了後 Schlesinger Mass を肺動脈内に注入して造影を行ったところ、不鮮明な線状陰影が心肺癒着部を越えて心外膜下に達しているのが認められた。

iii) 肉眼的所見：肺は正常で胸壁との間には殆んど癒着はなく、心肺間の癒着の範囲は中等度、癒着の強さは軽度であった。心室壁は正常な厚さを有し、肉眼的に異常は認められなかった。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部の内腔は高度の狭窄を示した。心肺癒着部では肺肋膜、心外膜はほぼ健在しており、両者は疎鬆な結合織で癒着していて、その中には Schlesinger Mass を充した新生血管が見られたが、その数は少なく、円形細胞の浸潤が軽度に認められ、心外膜下の冠動脈内には少数の Schlesinger Mass が認められた (図 6)。心筋には心尖部に近い左心室前壁において心内膜下に限局した Patchy Fibrosis が認められた。

No. 10

i) 灌流成績：術直後から 2 週間は手術創の感染を

来してやや衰弱していたが、以後元気を回復し、32日目に灌流実験を行った。灌流時の血圧は 110~82mm Hg で、肺心移行量は 7.2cc/min/100g心筋であった。

ii) 血管造影像：Schlesinger Mass を肺動脈内へ注入した血管造影像では、軽度ではあるが癒着部を越えて心外膜下に達する陰影が証明された。

iii) 肉眼的所見：肺は手術部胸壁と強く癒着していたが、肺実質には著変なく、心肺間の癒着はその範囲、強さともに軽度であった。心筋には肉眼的には異常を認めなかった。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部の狭窄は軽度であった。心肺間の癒着は軽度で、新生血管の発達は少なく、心外膜下冠動脈内には少数の Schlesinger Mass が見られた。心筋には心尖に近い左心室前壁の心内膜下に小範囲の Patchy Fibrosis が認められた。

No. 11

i) 灌流成績：術後順調に経過し 31日目に灌流実験を行った。灌流時血圧は 120~95mm Hg の正常値を維持し、肺心移行量は 10.4cc/min/100g心筋であった。

ii) 血管造影像：Schlesinger Mass を肺動脈内に注入したところ、比較的明瞭な陰影が心外膜下に達するのが認められた。

iii) 肉眼的所見：肺と胸壁創との癒着が強く、心肺間の癒着範囲並びに強さは中等度で、No. 9, No. 10 の何れよりも広範で且つ強固であった。左心室壁には変化を認めなかった。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は血管内膜の増殖を伴う高度の狭窄像を示した (図 7)。心肺癒着部には No. 9, No. 10 よりも新生血管がよく発達し、心外膜下の冠動脈内にもよく Schlesinger Mass が移行しているのが認められた。しかしながら心筋には心尖に近い心内膜下に Patchy Fibrosis が存在した (図 8)。

〔小 括〕

以上 Lezius's Cardiopneumonopexy 群の成績を

要約すると次の如くである、肺心移行量は平均8.6cc/min/100g心筋で、前項の対照群より増加しており、且つ心肺癒着部のレ線学的、病理組織学的所見もこれと一致して、癒着並びに新生血管の発達が良好であつた。特にNo. 11 では心肺間の癒着が強く形成されており、肺心移行量も多かつた。しかしながら、この Lezius 氏手術群では、全例に於いて心筋に Patchy Fibrosis が認められた。

2) Harken's Cardiopneumonopexy — 2例 (No. 12, 13) (表4)。

本術式を行つた犬は、手術後臍胸を併発して死亡する犬が多く、灌流実験を行い得たものは2例のみであつた。

No. 12

i) 灌流成績：術後咳嗽を發して、食欲なく、衰弱していたが、約1週間にわたり Penicillinの大量投与を行うことによつて次第に回復し、27日目に灌流実験を行つた。灌流時の血圧は110~80mm Hgで、肺心移行量は4.8cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：Schlesinger 氏液を左肺動脈に注入した血管造影所見では、心外膜下に達する陰影は見られなかつた。

iii) 肉眼的所見：肺は胸壁と強く癒着していたが、心肺癒着部の範囲は小さく、強さは軽度で、容易に両者を剝離することが出来た。心筋には左心室前壁の心尖に近く1×1cmの癒痕が認められ、剖面でもこの部は正常の厚さの2/3に薄くなつていた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部の狭窄は高度に発生していたが、内膜の肥厚、血栓の形成は見られなかつた。心肺癒着部では肺肋膜、心外膜は部分的に消失し、心肺間にはAsbestosを中心として細胞浸潤を伴う肉芽組織が存在していたが、Schlesinger Massを容れた新生血管の数は少なく、心外膜下冠動脈内にはSchlesinger Massは見られなかつた。心筋には左心室前壁の心内膜下に限局した梗塞が認められ、周囲心

筋とは鮮明に境されていた(図9)。

No. 13

i) 灌流成績：術後の経過は順調で28日目に灌流実験を行つた。灌流時血圧は120~110mm Hgで肺心移行量は12.4cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：Schlesinger Massを左肺動脈内へ注入した血管撮影では心肺癒着部を越えて心外膜下に達する線状陰影を認めた。

iii) 肉眼的所見：肺と胸壁との間の癒着は軽度であつたが、左中葉は左心室前壁と広範、且つ強固に癒着していた。心筋には肉眼的に変化を認めなかつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部の狭窄は中等度を示した。心肺癒着部では、肺肋膜が膨化しており、心外膜は上皮が剝脱し少数の円形細胞の浸潤を伴い、結合織性に軽度肥厚していた。両者の間に存在する肉芽組織内には多数の新生血管と、組織球並びにリンパ球の浸潤が認められ、又所々に異物巨細胞を伴つた結節性のAsbestos Granulomaも見られ、肺肋膜と心外膜との結合は肉芽組織を介して緻密に形成されていた。興味ある所見はこの心肺間のAsbestos Granulomaの周囲に於て特に新生血管が多く、一部ではこれが心外膜を越えて心筋内へ侵入していたことである(図10)。心筋には異常は認められなかつた。

〔小括〕

以上 Harken 氏手術群の成績を要約すると次の如くである。肺心移行量はNo.12では4.8cc/min/100g心筋、No.13では12.4cc/min/100g心筋と甚しく相違していたが、これを他の所見と対比して見たところ、冠動脈狭窄状態はいずれも明瞭な狭窄を呈していたにも拘らず、肺心間の癒着並びに新生血管の形成がNo.12では甚だ疎であるに反して、No.13では極めて密であり、又心筋の変化はNo.12では肉眼でも識別し得る梗塞を認めたのに反して、No.13では肉眼的並びに組織学的に変化が認められなかつた。蓋し、No.12に於いて肺心間の癒着形成が不良であつたのは、手術後の肺感染合併の

表4 G O 犬に対するHarken's Cardiopneumonopexy の成績

実験犬番号	体重	術後 性 日数	肺心灌流実験		血管造影		心肺間の癒着		組織学的所見				
			血 圧 mmHg.	肺行 心 移量 cc/min/ 100g心筋	Schle- singer Mass の 心筋内へ の移行	範 囲	強 さ	前下行枝 GO部	心肺癒 着部	心筋内の Schle- singer Mass	心筋の 変化	狭窄配 筋下の	梗塞性癒痕
No.12	8 kg	♂	27	110~80	4.8	—	+	+	+	+	—	—	—
No.13	12kg	♀	28	120~110	12.4	+	+	+	+	+	+	+	—

ための衰弱が主な原因と考えられ、従つて肺心移行量が少なく、GO によつてもたらされる心筋変化を十分に防禦し得なかつたがために、梗塞を生じたものと推定された。

3) Carter's Cardiopneumonopexy — 3 例 (No. 14, 15, 16) (表 5)。

本手術を施行した 3 例の成績は次の如くである。

No. 14

i) 灌流成績：手術後順調に経過し、32日目に肺心灌流実験を行つた。灌流時血圧は95~80mm Hg でやや低く、肺心移行量は9.7cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：肺動脈内へ注入された Schlesin-

ger Mass は、軽度ではあるが心外膜下に達しているのが認められた。

iii) 肉眼的所見：肺と胸壁との癒着は軽度であり、心肺間の癒着状態は範囲、強さともに中等度であつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は内膜の著明な増生を伴つて中等度に狭窄していた。心肺癒着部では Asbestos を中心として肉芽がよく発育しており、その中に Schlesinger Mass を充満した新生血管が多数存在し、肺動脈と心外膜とは緻密に癒着を形成していた。そして心外膜下冠動脈内にも Schlesinger Mass を認めた。心筋では心尖に近い左心室前壁に小範囲ながら Patchy Fibrosis が認められた。

表 5 GO 犬に対する Carter's Cardiopneumonopexy の成績

実験犬番号	体重	性別	術後 日数	肺心灌流実験		血管造影	心肺間の癒着		組 織 学 的 所 見					
				血 圧 mmHg.	肺行心 移量 cc/min/ 100g心筋	Schlesinger Massの 心筋内への 移行	範 囲	強 さ	前下行枝 GO部		心肺癒着部		心 筋	
									狭窄度	血管壁変化	心外荒膜腐	新生血管達	心筋内のSchlesinger Mass	狭窄配下の筋の変化
No.14	12kg	早	32	95~80	9.7	+	++	++	++	内膜増殖	+	++	+	Patchy Fibrosis
No.15	15kg	♂	31	110~80	7.5	—	+	+	++	肉芽へ結合組織が入り絡んで閉塞	±	±	—	梗塞性癒痕
No.16	10kg	早	31	115~90	16.4	+	++	++	++	血栓形成	+	++	++	—

No. 15

i) 灌流成績：術後順調に経過し、31日目に灌流実験を行つた。灌流時血圧は110~80mm Hg で肺心移行量は7.5cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：左肺動脈内に注入された Schlesinger Mass が心外膜下に達する陰影は認められなかつた。

iii) 肉眼的所見：心肺間の癒着の範囲は小で強さは軽度であり、又心筋では心尖に近い左心室前壁に1×1cm の梗塞を認め、その部は心室壁の厚さが正常の2/3に薄くなつていた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は内弾力板が弾裂して、結合組織が心腔へ侵入し、殆んど閉塞に近い著明な狭窄を呈していた(図11)。心肺癒着部は肉芽の発育が不良で新生血管に乏しく、心外膜下冠動脈内には Schlesinger Mass は殆んど見られなかつた。左心室前壁の梗塞は心内膜下に存在し、筋層のほぼ1/3が結合組織化していた(図12)。

No. 16

i) 灌流成績：術後経過順調で、31日目に灌流実験を行つた。灌流時血圧は115~90mm Hg で、肺心移行

量は16.4cc/min/100g心筋の高値を示した。

ii) 血管造影像：左肺動脈内に注入された Schlesinger Mass が明瞭に心外膜下に達している陰影が認められた。

iii) 肉眼的所見：胸壁と肺との癒着は強く、又心肺間の癒着の範囲並びに強さは極めて高度であつた。心筋には異常を認めなかつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は扁平化し中等度の狭窄を呈した。心肺癒着部では肺動脈、心外膜とも破壊が著明で、両者の間には多数の新生血管を含む肉芽組織が発達しており、心外膜下冠動脈内には Schlesinger Mass の移行が明かに認められた(図13)。心筋には著変が認められなかつた。

〔小 括〕

以上 Carter 氏手術群の成績を要約すると次の如くである。肺心移行量の平均は11.2cc/min/100g心筋で対照群の2倍近い値を示したが、各例には相当な差があり、No. 16 では16.4cc/min/100g心筋の高値を示し、心肺間の癒着が極めて強く、心筋変化が認められなかつたのに反して、No. 15では移行量が7.5cc/min/100g心筋で、心肺間の癒着が軽度で左心室前壁に梗塞を発生しており、

これら所見の間の因果関係はHarken氏手術群に於ける場合とよく一致するものであつた。

4) 心・鬱血肺癒着術—9例(No.17~No.25)(表6, 7)
本群に属するものはNo. 17からNo. 25迄の9例であるが、この中No. 23~No. 25の3例はAsbestosを使用せず単に鬱血肺を心表面に接着せしめたのみである。これはAsbestosによつて心肺癒着部に生ずる粗大なGranulomaが、或いは却つて心肺間の副血行路形成を阻害するのではないかと疑念が持たれたので、Asbestosを用いない本術式をも試み、Asbestosの功罪を検討したわけである。依つて、本群については更にAsbestos使用群と非使用群の二つにわけて記述する。

a) Asbestos Poudrage 施行群—6例 (No. 17~No. 22) (表6)。

No. 17

i) 灌流成績：手術後数日間は咳嗽があつたが、以後順調に経過し、29日目に肺心灌流実験を行つた。灌流時血圧は105~90mm Hgで、肺心移行量は14.6 cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：左肺動脈内に注入された Schlesinger Mass は左肺内で樹枝状に分岐した後、心外膜

を越えて心筋内へ拡がつているのが認められ (図14)、即ち、心肺間に直径 40 μ 以上の豊富な血管吻合の発達 が立証された。

iii) 肉眼的所見：心肺間の癒着は広く、且つ甚だ高度で指先による剝離は全く不可能であつた。肺には含気性その他に異常を認めなかつた。又心筋にも著変を認めず、心室壁の厚さも正常であつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は高度に狭窄し、血栓の形成が認められた(図15)。癒着肺の実質内には静脈結紮による二次的变化と思われる結合組織増殖が所々に見られ、この周辺は無気肺に陥つていたが、鬱血像はもはや認められなかつた。心肺癒着部では肋膜、心外膜ともに結合組織が増加して荒廃を示しており、場所によつては肋膜又は心外膜が消失して両者の間を密に癒合する肉芽組織に移行している部分も見られた。この肉芽組織中にはAsbestosの結晶を中心にして、異物巨細胞、小円形細胞、組織球等からなるGranulomaが存在し、更に周辺には多数のSchlesinger Massを充した新生血管が豊富に見られ、これが心外膜を越えて心筋内へ進入している像も認められ、なお冠動脈内にも多数のSchlesinger Mass が証明された (図16)。心筋には著変を認めなかつた。

表6 GO犬に対する心・鬱血肺癒着術 (Asbestos Poudrage 施行) の成績

実験犬番号	体重 性別	術後 日数	肺心灌流実験		血管造影	心肺間の癒着		組織学的所見							
			血 圧 mmHg	肺行 心 移量 cc/min/ 100g心筋の移行	Schle- singer Massの 心筋内へ の移行	範 囲	強 さ	前下行枝 GO部		心肺癒 着部		心 筋			
								狭窄 度	血の 管壁 変化	心の 外荒 膜腐	新生 血管	心筋内 のSchl- esinger Mass	狭窄 配下	の化 筋変	
No.17	11kg	合	29	105~90	14.6	+	卅	卅	卅	血栓形成	+	+	卅		—
No.18	13kg	合	32	100~95	13.8	+	卅	卅	卅	—	+	卅	卅		—
No.19	11kg	早	62	70~50	14.9	+	卅	卅	卅	血栓形成	卅	卅	卅		—
No.20	9 kg	合	30	70~60	5.6	—	+	+	+	—	+	+	+	Patchy Fibrosis	
No.21	13kg	合	31	130~90	3.2	/	+	+	/	/	/	/	/		/
No.22	11kg	早	32	120~95	2.6	/	+	卅	/	/	/	/	/		/

No. 18

i) 灌流成績：手術後数日間は咳嗽があつたが以後順調に経過して、12日目に灌流実験を行つた。灌流時血圧は100~95mm Hgで、肺心移行量は13.8 cc/min/100g心筋で、前例同様高い値を示した。

ii) 血管造影像：左肺動脈内に注入された Schlesinger Mass が心外膜を越えて心筋内に達している陰影が認められた。

iii) 肉眼的所見：肺は含気性に富み、心肺間の癒着

範囲並びに強さはともに高度で、指先による剝離は不可能であつた。心室壁の厚さは正常であつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部の狭窄は高度に形成されていた。心肺癒着部の所見はNo. 17とほぼ同様で、新生血管の発達が著明であり、太い冠動脈内にSchlesinger Mass が移行している像が見られた。心筋には全く変化を認めなかつた。

No. 19

i) 灌流成績：手術後順調に経過し、62日目に灌流

実験を行つた。本例では剝離に際してやや多量の出血を見たため、実験時には血圧が70~55mm Hgに低下していたが、この低圧下においても肺心移行量は14.9 cc/min/100g心筋で対照群の2.6倍を示した。

ii) 血管造影像：肺動脈内へ注入された Schlesinger Mass は癒着部を経て心外膜下に達しており、多数の線状陰影が認められた。

iii) 肉眼的所見：心肺間の癒着の範囲、強さはともに高度で、剝離は不可能であつた。心筋には著変なく心室壁は正常の厚さを示した。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は中等度の狭窄を示し、内腔には血栓形成が見られた。心肺癒着部はNo. 17, No. 18と同様であつた。心筋には著変は見られなかつた。

No. 20

i) 灌流成績：手術後股動脈周囲に手拳大の膿瘍を形成し、又咳嗽が続いて食欲もなく、甚だしく衰弱していたが、30日目に灌流実験を行つた。灌流時血圧は70~50mm Hgで、肺心移行量は5.6cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：肺動脈内へ注入された Schlesinger Mass が心外膜下に達する像は認められなかつた。

iii) 肉眼的所見：左中葉は暗赤色で肝様硬度を呈し、正常の含気性は全く見られなかつた。又肺と胸壁、縦隔等との癒着は殆んど存在しなかつた。心肺間の癒着範囲、強さともに軽度であつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は中等度の狭窄を示した。肺では肺胞内に漿液性滲出物が多く、赤血球、白血球を含み炎症症状が著明であつた。心肺癒着部は肉芽形成が不良で新生血管は少なく、Schlesinger Mass も殆んど認められなかつた。左心室前壁で心尖に近い心内膜下にやや広範な Patchy Fibrosis が認められた。

No. 21; No. 22.

i) 灌流成績：手術後順調に経過し夫々31日目及び32日に灌流実験を施行した。この2例では肺心灌流実験時、血圧は夫々130~90mm Hg, 120~95mm Hgであつたが、肺動脈本幹内へ挿入すべきカニューレを、誤つて肺動脈下葉枝にまで深く挿入したため、灌流液が中葉枝に入ることが遮断され、灌流中葉の赤色着色を認めず、肺心移行量が3.2cc及び2.6cc/min/100g心筋という甚だ低い値を示した。依つて、この2例の灌流成績は除外さるべきであると思われる。

ii) 血管造影像：上述の誤つた灌流実験を終了後、改めて肺動脈中葉枝にカニューレを挿入しなおし、水

溶性造影剤 Urographin に寒天を加え、且つ Evans Blue で着色して注入したところ、注入後直ちに冠動脈系にこの着色造影剤が移行するのが見られた。又レ線撮影像でも心外膜下に造影剤が移行しているのが観察された(図17)。

iii) 肉眼的所見：No. 21, No. 22とも左中葉は含気性に富み、No. 21では胸壁との癒着が殆んどなく、No. 22ではこれが高度に認められた。心肺間の癒着状態は両例とも、範囲は中等度で強さは高度であつた。心筋には両例とも異常はなかつた。

なお、この2例は肺心灌流実験に失敗したため、組織学的検索は行わなかつた。

〔小 括〕

以上Asbestos Poudrage を施行した心・鬱血肺癒着群の成績を要約すると次の如くである。肺心移行量は灌流実験を実施し得た4例中3例の平均が14.4 cc/min/100g心筋で、既述の3術式に比して遙かに高い値を示した。肺心癒着部のレ線学的並びに組織学的所見はNo. 20を除いては肺心間の癒着が広範且つ緻密であり、その中に含まれている新生血管の発達も著明であつた。ここでNo. 20のみは肺心移行量が5.6cc/min/100g心筋であつて正常犬と同様の低値を示したが、この例は術後の全身衰弱が甚しく、又癒着肺は肺炎によつて肝様硬変を呈し、肺心間の癒着も極めて貧弱であり、甚だ示唆に富む結果を示したのである。

b) Asbestos Poudrage非施行群—3例(No. 23~No. 25)(表7)

No. 23

i) 灌流成績：手術後の経過は順調で、34日目に灌流実験を行つた。灌流時の血圧は肺静脈断端の結紮糸がはずれてやや多量の出血を来したため、95~80mm Hgというやや低い値を示したが、灌流実験は支障なく終了した。肺心移行量は10.9 cc/min/100g心筋で対照群よりは高く、上記のAsbestos Poudrage 施行群よりは低い値であつた。

ii) 血管造影像：Schlesinger Mass を左肺動脈内へ注入した血管造影では心外膜下に達する陰影は、上記のAsbestos 使用群より少なかつた。

iii) 肉眼的所見：心肺間の癒着の範囲並びに強さはともに中等度で、指先による剝離が可能であつた。左心室前壁には著変は見られなかつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は高度の狭窄を呈した。心肺癒着部では肺肋膜に近い肺実質内に不規則な結合組織の増生があり、肺肋膜、心外膜は軽度に肥

表7 G O犬に対する心・鬱血肺癒着術 (Asbestos Poudrage 非施行) の成績

実験犬番号	体重 性別	術後 日数	肺心灌流実験		血管造影	心肺間の癒着		組 織 学 的 所 見						
			血 圧 mmHg.	肺行心 移量 cc/min/ 100g心筋	Schlesinger Massの 心筋内への 移行	範 囲	強 さ	G O 部冠動脈		心肺癒着部		心 筋		
								狭窄 度	血の 管変 壁化	心の 荒廃 膜癒	新生 血管	心筋内 のSchlesinger Mass	狭 窄 配 下	の筋 の 変 化
No.23	14kg 早	34	95~80	10.9	+	++	++	++	—	++	++	+	Patchy Fibrosis	
No.24	12kg 早	32	105~95	13.0	+	+++	+++	++	内膜肥厚	++	++	+	—	
No.25	12kg 合	32	110~90	9.5	+	++	++	++	—	+	+	+	—	

厚して、両者は結合織によつて癒着しており、そこにはSchlesinger Massを充たした新生血管が比較的多数認められた。なお、細胞浸潤は殆んど認められなかった。心外膜下冠動脈内には、少数ではあるが、Schlesinger Massが証明された(図18)。左心室前壁の心筋には心尖に近い心内膜側に限局してPatchy Fibrosisが認められた。

No. 24.

i) 灌流成績：手術後咳嗽があり、衰弱が著明であつたが、15日頃から回復し始め、以後元気で32日目に灌流実験を行つた。灌流時血圧は105~95mm Hgで、肺心移行量は13.0cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：左肺動脈内に注入された Schlesinger Mass が心外膜下に達する線状陰影を認めた。

iii) 組織学的所見：前下行枝GO部は内膜の肥厚を伴つて中等度の狭窄を示した。心肺間の癒着は、No. 23と同様に結合織性に癒着しており、心外膜下冠動脈内にSchlesinger Massが認められた。本例の心筋には著変を認めなかつた。

No. 25.

i) 灌流成績：手術後順調に経過し32日目に灌流実験を施行した。灌流時の血圧は110~90mm Hgで、肺心移行量は9.5cc/min/100g心筋であつた。

ii) 血管造影像：心外膜下に達する線状陰影は前2者に比して少なかつた。

iii) 肉眼的所見：心肺間の癒着は範囲、強さともに中等度で、指先による剝離が可能であつた。左心室前壁には著変を見なかつた。

iv) 組織学的所見：前下行枝GO部は中等度の狭窄を示し、心肺癒着部にはNo. 23, No. 24に比して新生血管が少なく、疎鬆な結合織によつて互に癒着していた。心外膜下冠動脈内には少数ではあるがSchlesinger Massが証明された。左心室前壁の心筋には著変を認めなかつた。

〔小 括〕

以上、Asbestos Poudrage 非施行心・鬱血肺癒着術群の成績を要約すると次の如くである。

肺心移行量の平均は11.1cc/min/100g心筋で、Asbestos Poudrage 施行群よりも少なく、心肺癒着部の組織学的並びに組織学的所見もこれと一致し、新生血管の発達がより軽度であつた。No. 23は心筋にPatchy Fibrosisが認められたが、この例では冠動脈狭窄が高度で、肺心移行量が10.9cc/min/100g心筋とやや低かつたがために高度の冠動脈狭窄によつて心筋にもたらされる変化を防禦し得なかつたものと推定される。

Ⅳ 総括並びに考按

A) 冠不全に対するCardiopneumonopexyについては、Lezius¹⁷⁾以来多数の実験的研究が行われ、比較的優秀な成績を示すことが報告されているが、その作用機序はなお不明な点が多い。本術式は豊富な血管床を有する肺からの冠外性血液供給を目的として考案されたものであるが、元来肺動脈は低圧系に属するため、肺から心筋へ向う血流が果して生じうるや否やという疑問が当然持たれたのである。ところがGaramella¹¹⁾は肺動脈よりEvans Blue溶液を灌流し、それが心筋へ移行する量を、前下行枝結紮の前後で比較し、結紮後には肺から心筋へ向う血流が生じうることを証明し、教室の武内²⁸⁾、榎藤も心・鬱血肺癒着術を施行し、1ヵ月後に前下行枝を結紮した犬について、Evans Blue及びI¹³¹を肺動脈より注入し、これが冠静脈洞に出現する迄の循環時間を測定することによつて、肺動脈より心肺癒着部を経て直接に心筋へ向う血流が存在することを立証した。即ち、冠動脈結紮によつて虚血乃至乏血状態に陥っている心筋に対しては、低圧系の肺から癒着部を経て供血が行われ得ることが判明したのである。更にBloomer⁷⁾はEvans Blueを榎藤はI¹³¹を用いる循環時間測定実験によつて、高圧系に属する肺

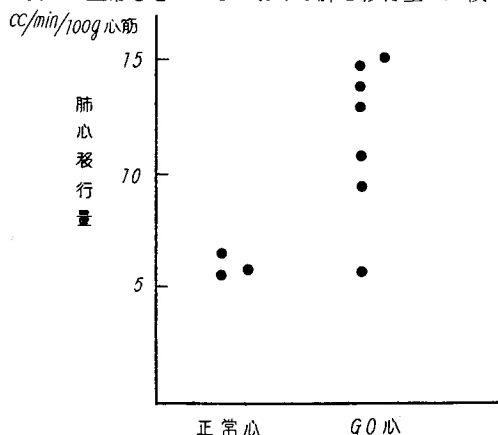
内の気管枝動脈系の血液が心肺癒着部を経て心筋に向っている事実を認めた。しかしながら、以上の実験に於いては副血行路の量的な検索はなされておらず、作用機序解明の上にはこの点に関する検討が必要と思われる。現在迄に、冠外副血行量を分離測定した報告は、Lord¹⁹⁾、及び井上¹⁵⁾が、内胸動脈結紮術及び Cardiopericardiopexy について、人工心肺を用いて測定した報告が見られるに過ぎないのである。

依つて著者は、Cardiopneumonopexy に際して肺から心筋へ向う副血行量を測定することを企図し、上述の肺心灌流実験を考案した次第である。本実験に当つてはCongo Red 及び Evans Blueの2種の色素液が使用されるが、両者の色素液の間には測定に際して干渉による誤差が少なく、又胸腔内へ流出したCongo Red 溶液が吸収されて体循環系へ移行することもなく、ほぼ正確に肺から心筋へ向う色素液の移行量を測定し得るのである。但し、本法では灌流液として生理的食塩水が使用されているために、この際の肺心移行量は粘稠度の高い血液の場合に較べて当然高い値が出ているものと想像され、又灌流は搏動を伴わない静圧によつて行なわれており、同時に左気管枝も切断されているため呼吸による影響が見られず、かかる条件下で測定されたこの肺心移行量は、肺から心筋へ向う副血行量そのものを表わすとはいえないであろうが、しかし、すくなくとも副血行を量的に示す Index となしうと考えるものである。

以下、この肺心移行量を中心として、実験成績に検討を加えたい。

1) 対照群(正常心+心・鬱血肺癒着術)とGO群(GO心+心・鬱血肺癒着術)との肺心移行量の比較について(表8)

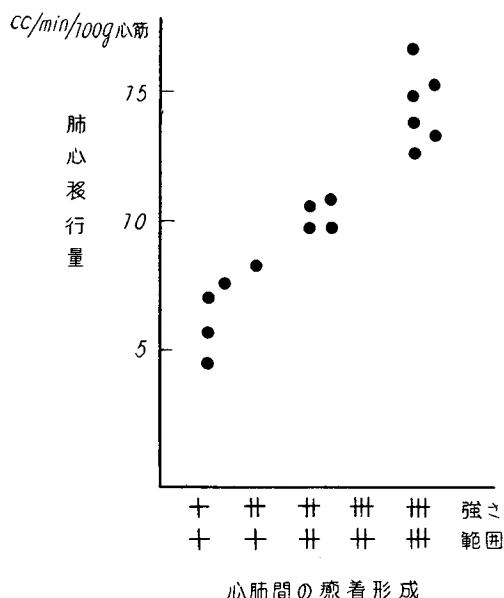
表8 正常心とGO心における肺心移行量の比較



対照群に於いても 6.0cc/min/100g心筋 程度の色素液が表は肺から心筋へ向つて移行したが、GO 群では肺心移行量はこの対照群の2倍以上に及んだ。この成績から、GO 配下の乏血状態にある心筋に対しては、癒着部副血行路を経て肺から心筋へ向う血流が充分生じうることを推定してよいと思われる。

2) 肺心移行量と心肺間の癒着との関係について(表9)。

表9 肺心移行量と心肺間の癒着

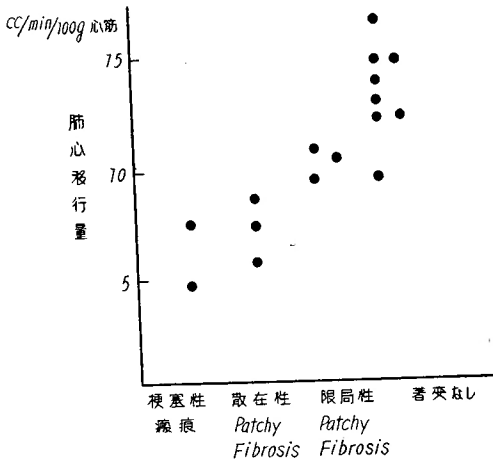


著者は既述の如く心肺間の癒着の範囲並びに強さを軽度(+), 中等度(++)及び高度(+++)の3段階に分類したのであるが、この分類に従つて各種手術を一括して肺心移行量との関係を調べたところ、表9の如き結果を得た。即ち、心肺間の癒着形成が著明な程、肺心移行量が多いことを知り、両者の間には極めて密接な関係が存在することを知つた。

3) 肺心移行量と前下行枝GO配下の心筋の変化との関係について(表10)

前下行枝GO配下の心筋変化を梗塞性癒着、散在性 Patchy Fibrosis, 限局性 Patchy Fibrosis, 著変なしの4段階に分類し、肺心移行量との関係を調べたところ、表10の如く肺心移行量が少ない例では心筋の変化は高度であるが、肺心移行量が増加するに従つて心筋の変化は軽度となり、10cc/min/100g心筋以上の肺心移行

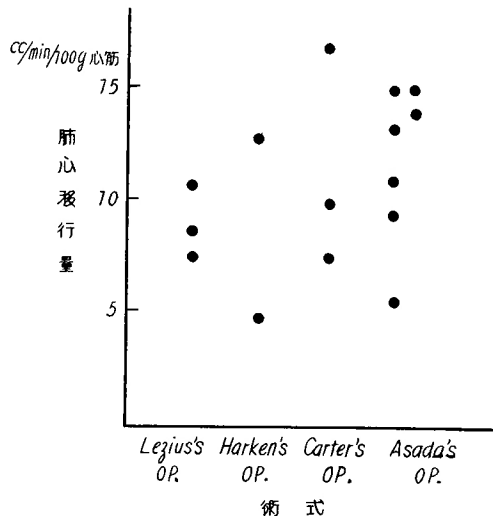
表10 肺心移行量と前下行枝GO配下の心筋の変化



量を示した例では心筋には殆んど変化が認められないことを知った。即ち、肺心移行量が多い程、GOによつてもたらされる心筋の変化をよく防禦するものであることが判明した。

4) 肺心移行量と諸術式との関係について (表11)

表11 術式別肺心移行量



各種術式別に肺心移行量を比較したところ表11の如くで、心・鬱血肺癒着術が最も多く、1例を除き(この例は癒着肺に変化があり、癒着形成が不良であつた)、他はいずれも10cc/min/100g心筋以上を示した。心・鬱血肺癒着術に次いで多い値を示したのはCarter氏手術群で平均11.2cc/min/100g心筋であつた。Harken氏手術群は1例が4.8cc/min/100g心筋という極めて低い値

を示したため、Lezius氏手術群との比較が不可能であつた。

5) 大網心灌流実験について

こゝで著者はCardiopneumonopexy(供血源が低圧系である)と、O'Shoughnessy²¹⁾が創案したCardioomentopexy(供血源が高圧系である)との冠外性副血行量を比較せんことを企図し、GO犬にCardioomentopexyを加えた2例の犬に対して肺心灌流実験と全く同じ方法で、Congo Red溶液を胃十二指腸動脈より100mm Hgの圧で灌流し、大網動脈より癒着を経て心筋へ向う大網心移行量を測定してみた。その結果は移行量は3.5cc、及び7.2cc/min/100g心筋であつて、いずれも肺心移行量よりは明かに少ない値を示したのである。

以上要するに、この肺心灌流実験によつて、前下行枝GO配下の乏血心筋に対しては、正常肺動脈圧に近い30mm Hg水柱圧で灌流された色素液が心筋へ向つて移行することが証明され、即ち、低圧系に属する肺動脈からでも乏血状態にある心筋へ向つては冠外性副血行が成立しうるものであることが推定された。而してこの肺心移行量は心肺間の癒着の程度並びにGO配下の心筋の変化との間に密接な相関関係を有しており、癒着が著明な術式程、肺心移行量が多く、且つ心筋の変化が少ないことが立証されたのである。一方、大網心移行量は肺心移行量よりも少ない値を示したが、この事実は大網動脈は高圧系に属してはいるものの、その血流量には限界があり、たとえ低圧系に属していても豊富な血管床を有する肺からの血流の方が大網から心筋へ向う血流よりも多いものであることを知つたのである。

B) 従来、冠外性副血行路形成の有無並びにその発達状態を形態学的に証明せんとして、心臓への血液供給源と思われる諸臓器組織から、色素液、墨汁、各種造影剤等を注入して、これが副血行路を経て冠血管系へ移行するや否やを検討した多数の報告が見られる。即ち、Cardiopneumonopexyについて、Lezius¹⁷⁾は硫酸バリウムを肺動脈内へ注入して冠動脈へ移行することを証明し、Harken¹⁴⁾、Garamella¹¹⁾もSchlesinger溶液を用いて同様な結果を得ており、Carter⁸⁾、武内²⁸⁾、鈴木²⁷⁾は肺動脈内へ墨汁を注入し多量の墨汁が心筋へ移行することを報告し、Vineberg²⁴⁾はこれに反して、肺動脈内へ注入されたSchlesinger Massが副血行路を経て心筋に達した像は認められなかつたと述べている。即ち、心肺間に副血行路が存在するこ

とはほぼ確かなのであるが、その太さ、その他についてはなお不明な点が多いのである。

著者は多数の注入剤の中では、粒子の太さが直径 40μ 以上で毛細血管を通過せず、造影性を有するためにレ線撮影により副血行路の走行が確かめられ、組織学的にも褐色の粒子として観察が可能な Schlesinger Mass²⁵⁾ が最もすぐれていると考えたので、これを肺動脈より注入して副血行路の発達状態を検討した。なお、注入圧については一定圧の下で行われた報告が多いが、著者は既に肺心灌流実験で肺から心筋へ向う副血行の存在を生理的に証明しているので、注入圧並びに注入量は一定にせず、肉眼的に見て Schlesinger 氏液が十分に肺動脈末梢に達するように注入を行ったのである。

その結果は、正常犬に対して心・鬱血肺癒着術が行われた対照群では、Angiogram 及び組織学的検索によつても心肺間に明瞭な副血行路の発達には認められなかったが、これに反して GO 犬に心・鬱血肺癒着術が行われた群では心肺癒着部には 40μ 以上の太い新生血管が多数認められ、Schlesinger Mass が心外膜を越えて冠動脈内へ到達していることが立証されたのである。以上の成績から、GO 配下の乏血状態にある心筋に対しては、正常心と比較して 40μ 以上の直径を有する冠外性副血行路の発達が著明に起るものであることが判明した。

次にこれら心肺間の癒着内の副血行路の発達状態を術式別に比較したところ、心・鬱血肺癒着術が最も著明で、以下Carter氏手術、Harken氏手術、Lezius氏手術の順であつた。こゝに副血行路発達を促進する因子としては、肺静脈結紮による肺内の鬱血、適量の Asbestos Poudrage²⁷⁾ の両者が大きい役割を演ずるものであり、Carter 氏手術が心・鬱血肺癒着術に比し成績が劣つたこと及び、心・鬱血肺癒着術の Asbestos 使用群と非使用群の副血行路は、前者に於いてより著明に発達していた事実はこれを裏づけるものである。又 Phenol¹⁴⁾³⁰⁾ や Trypaflavine を用いるいわゆる De-epicardialization は、却つて良好な結果が得られないことを知つたのである。

C) 冠不全に対する手術の効果の判定法としては、従来より一般に予め当該手術を実施しておいた犬に対し、二次的に左冠動脈前下行枝を結紮し、その際の死亡率又は心筋の変化を検索する方法が行われている。ところがこれには2回の開胸手術が必要で、この侵襲のため結紮による死亡率が大きく影響されるであろう

ことが当然考えられ、更に結紮時には、前回手術のため癒着が強く前下行枝の露出が困難であり、結紮部位が不正確になり易いという欠点もある³¹⁾。

一方では、これら冠不全の実験的研究には臨床像に近い冠不全動物が使用さるべきであることは根本的に重要な問題であり、Baronofsky⁴⁾, Bloomer⁷⁾, Gage¹⁰⁾, Vineberg³⁴⁾, Wedel³¹⁾, 等は実験的冠狭窄犬又は冠閉塞犬について Cardiopexy に関する研究を行つたが、いずれも一定の成績が得られなかつた。

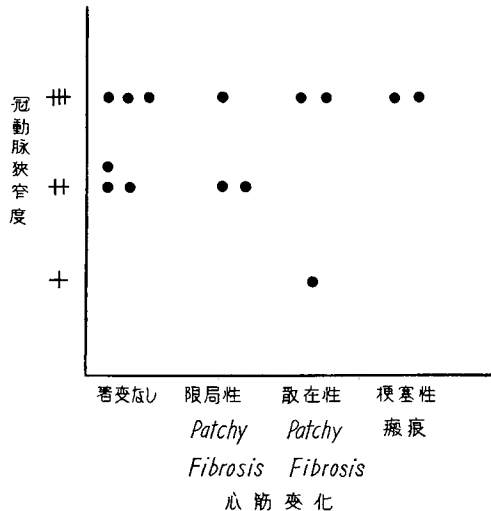
当教室で作成された GO 犬では、作成直後から前下行枝起始部に漸進的に狭窄が進行して、1～数ヵ月間で狭窄がほぼ完成された状態となり、狭窄配下の心筋には Patchy Fibrosis, 限局性梗塞性瘢痕等の心筋の乏血を示す変化が高率に出現するものであり、著者が行つた対照実験においても同じ結果が得られた。

そこで著者は研究の遂行上、手術が一回で終了するため甚が好都合であり、且つ臨床像とよく似た所見を示してくれるこの GO 犬を使用することとし、これに対して各種の Cardiopneumonopexy を施行し、この手術が GO によつてもたらさるべき心筋変化をどの程度に防禦するかを検討したのである。

1) 冠動脈狭窄度と配下の心筋の変化との関係について (表12)

対照のGO犬に較べると Cardiopneumonopexy が施行された GO 犬では、冠狭窄が著明に生じた例にあつても、表12の如く、配下の心筋には著変が見られない例が多かつた。但し、こゝで梗塞の発生を見た2例

表12 Cardiopneumonopexyが施行されたGO犬の冠動脈狭窄度と心筋の変化



があるが、これは心肺間の癒着、従つて副血行路の発達が不良であつた例で、そのためこの手術による十分な防禦効果が得られなかつた故と思われる。

2) 肺心移行量と心筋変化について

既述の通り、肺心移行量の多い例では、心筋変化が軽度であり、冠外性副血行路よりの供血が狭窄配下の心筋変化を防禦するのに重要な役割を演じていることが推定された。

3) 術式と心筋変化について (表13)

表13 各種 Cardiopneumonopexy が施行されたGO犬の心筋の変化について

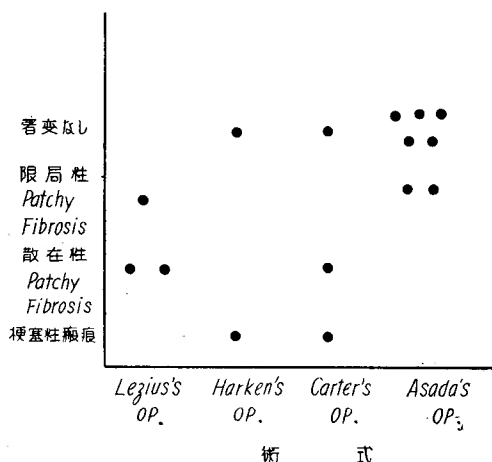


表13の如く心・鬱血肺癒着術群は7例中2例に Patchy Fibrosis が見られたのみで心筋の変化が最も少なく、Lezius 氏手術群では全例に Patchy Fibrosis が発生し、最も心筋の変化が著明であつた。Carter 氏手術群、Harken 氏手術群は両者の中間に位し、夫々1例の梗塞性瘢痕形成が見られたのであるが、この2例では比較的早期に狭窄の形成が起り、副血行路の発達が遅れたがために心筋に変化が発生したものと考えられた。

以上の諸成績から、結局、各種の Cardiopneumonopexy の中では心肺間の癒着乃至副血行路形成が著明な術式ほど、肺心移行量が多く、従つて前下行枝GOによつてもたらされる心筋障害を防禦する能力がすぐれており、優秀な術式であると考えられ、Cardiopneumonopexy の作用機序としては冠外性副血行路による肺からの血液供給が重要な役割を演じているものと結論されるのである。教室の竹本は冠内副血行路 Inter-coronary Collateral Anastomosis の発達工合について、合成樹脂鑄型による観察を行い、GO 犬では

正常性より冠内副血行路の発達は著明であるが、GO 犬に Cardiopneumonopexy が施行された場合には、GO 犬よりも冠内副血行路の発達が却つて少ないことを認めた。この成績は冠外性供血が Cardiopneumonopexy の作用機序として大きい役割を演じていることを間接的に立証したものとといえるのである。

V 結 論

冠不全に対する Cardiopneumonopexy の作用機序を明らかにせんが為に、当教室で作成された漸進的冠動脈狭窄犬 (GO犬) に対し、各種の Cardiopneumonopexy を実施し、1～数ヵ月経過後に、著者の肺心灌流実験 (癒着肺を正常肺動脈圧の色素液で灌流し、この色素液が心肺癒着部内の副血行路を通つて心筋へ移行する量＝肺心移行量＝を測定する実験)、心肺間の副血行路の血管造影、及び肺、心肺間の癒着並びに心筋の病理組織学的検索を行い、次の結論を得た。Cardiopneumonopexy がGO犬に対して実施された場合を、正常犬に対して実施された場合と比較してみると、心肺間の癒着の形成並びにその中に含まれる副血行路の発達は、GO 犬において遙かに著明であり、肺心移行量もGO犬では正常犬の2倍以上の値を示した。即ち、乏血状態にある心筋に対してはCardiopneumonopexy によつて心肺間の副血行路がよく発達し、肺から心筋へ向う血流が存在し得ることが推定された。同時にGOによつて当然その配下の心筋に発生すべき Patchy Fibrosis 等の諸変化は全然認められないか又は甚だ軽微に生じているに過ぎなかつた。即ち、肺からの冠外性供血によつてGO配下の心筋がよく保護されるものであることを知つた。

各種の Cardiopneumonopexy がGO犬に実施された場合を、術式別に比較してみると、心肺間の癒着形成並びに副血行路発達の状態は心・鬱血肺癒着術 (Asbestos Poudrage を併用した方がよい) が最もすぐれており、以下 Carter, Harken, Lezius 氏手術の順で、新生副血行路の直径は Schlesinger Mass 注入により40μ以上であることが判明した。次に肺心移行量も上述の順に多く、GO配下の心筋の変化もこの順で、心・鬱血肺癒着術では殆んど変化を認めず、Lezius 氏手術では全例に Patchy Fibrosis が認められた。

以上より、冠不全に対する Cardiopneumonopexy の作用機序としては、肺から心筋へ向う冠外性供血が重要な役割を演ずるものであり、各種の Cardiopneumonopexy の中では、心肺間の癒着が著明に形成さ

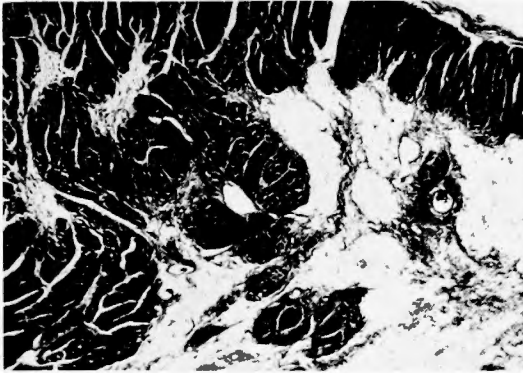


図2 No. 1.—GO犬の前下行枝 GO配下の心筋に生じた癒痕 (Heidenhain 染色, ×28)

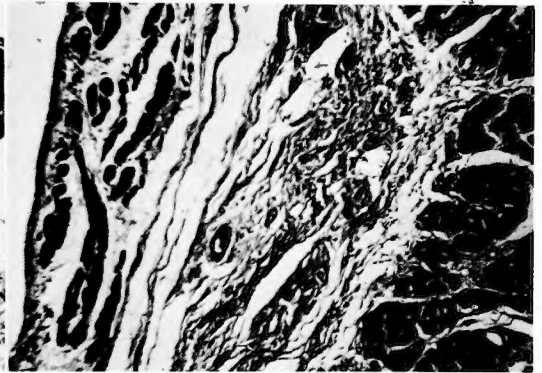


図3 No. 3.—GO犬の前下行枝GO配下の心内膜下に生じた Patchy Fibrosis (Heidenhain染色, ×40)



図4 No. 6.—正常犬+心鬱血肺癒着術の Angiogram: 肺動脈内へ注入されたSchlesinger Mass は肺肋膜部で鮮明に停止し, 心外膜下の心筋内へは達していない。

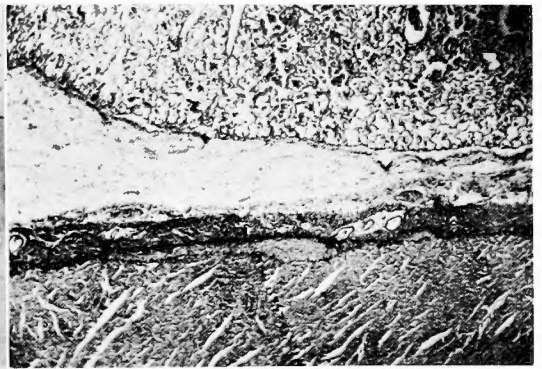


図5 No. 6.—正常犬 +心鬱血肺癒着術の心肺癒着部: 疎鬆な結合組織で癒着しているが新生血管は少ない。(H. E. 染色, ×28)

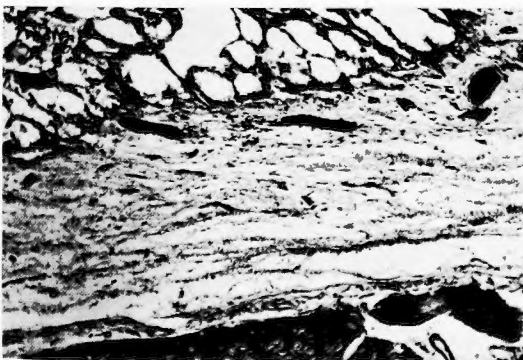


図6 No. 9.—GO犬+Lezius's Op.の心肺癒着部: Schlesinger Mass を充した新生血管が心肺間の疎鬆な結合組織内に認められる。(H. E. 染色, ×40)

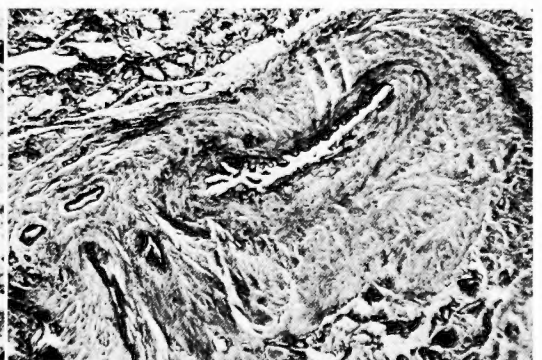


図7 No. 11.—GO犬+Leziu's Op.の前下行枝GO部: 外膜, 中膜の強い繊維化, 内膜の肥厚を示し, 高度の狭窄を呈す。(H. E. 染色, ×28)

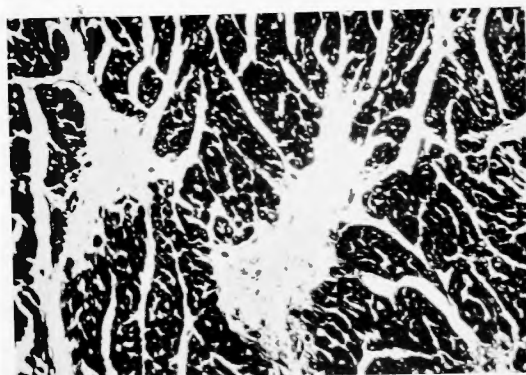


図8 No. 11.—GO犬+Lezius's Op. の心筋：図7に示す前下行枝GO配下の心筋で、心内膜下に Patchy Fibrosis が見られる。(Heidenhain 染色, $\times 40$)

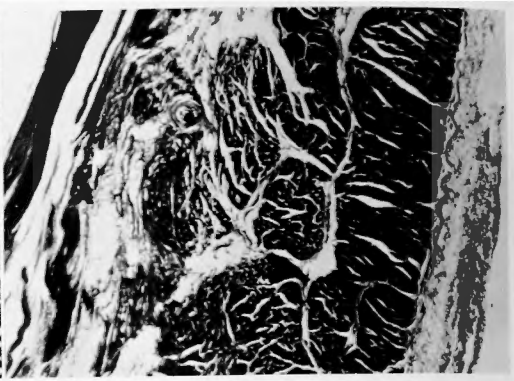


図9 No. 12.—GO犬+Harken's Op. の心筋：左心室前壁心内膜下に限局性に認められた癒痕。(Heidenhain 染色, $\times 28$)



図10 No. 13.—GO犬+Harken's Op.の心肺癒着部：肺動脈内に注入された Schlesinger Mass (黒色)が癒着部の下方の心外膜下の冠動脈内にも見られる。(H. E. 染色, $\times 28$)

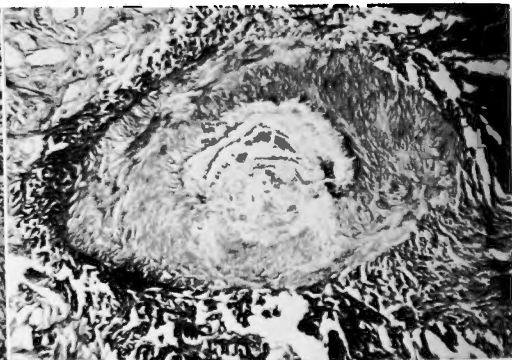


図11 No. 15.—GO犬+Carter's Op.の前下行枝GO部：中膜の強い繊維化と内膜の肥厚が見られ、内腔は高度の狭窄を呈している。(Heidenhain 染色, $\times 40$)

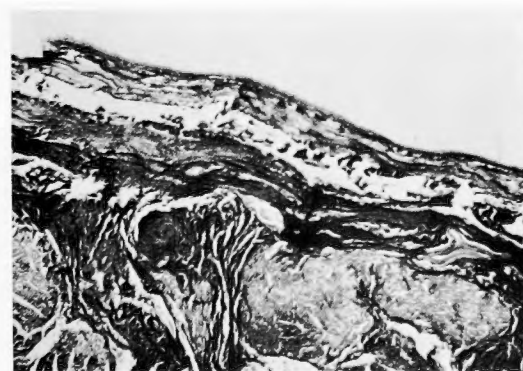


図12 No. 15.—GO犬+Carter's Op. の心筋：図13のGO配下にある心筋で限局性の癒痕を認める。(Heidenhain 染色, $\times 40$)

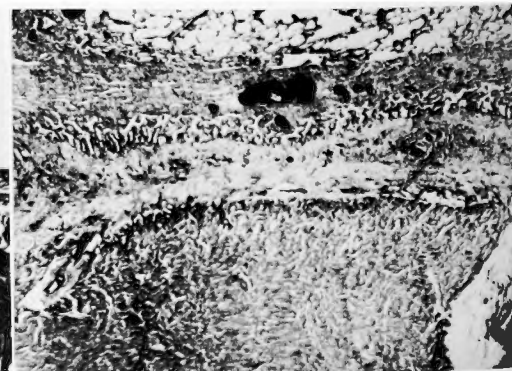


図13 No. 16.—GO犬+Carter's Op. の心肺癒着部：肺肋膜、心外膜の破壊が著明で、両者の間には多数の新生血管を含む肉芽組織が認められ、Schlesinger Mass が心外膜下の冠血管内に見られる。(H. E. 染色, $\times 28$)

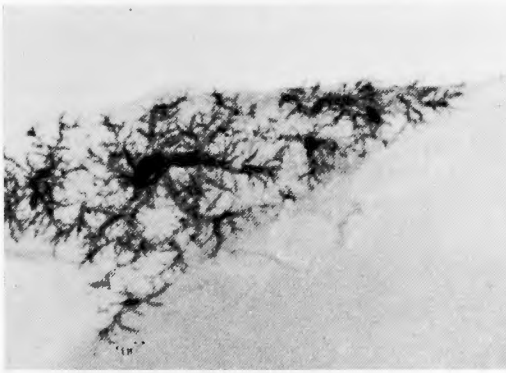


図14 No. 17.—GO犬+心・鬱血肺癒着術(Asbestos poudrage 施行)の Angiogram: 肺動脈内へ注入された Schlesinger Mass は心肺癒着部を経て心外膜下の心筋内に達している。



図15 No. 17.—GO犬+心・鬱血肺癒着術(Asbestos poudrage 施行)の冠動脈GO部: 高度に狭窄し内腔に血栓が認められる。(H. E. 染色, $\times 28$)

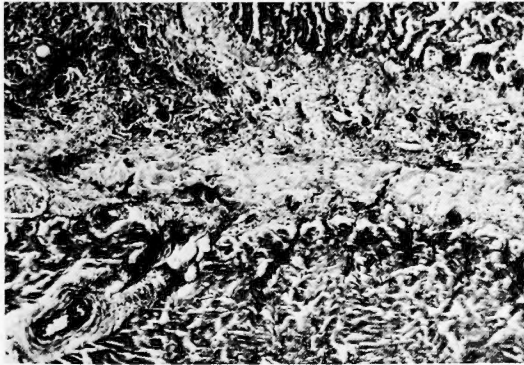


図16 No. 17.—GO犬+心・鬱血肺癒着術(Asbestos Poudrage 施行)の心肺癒着部: Asbestos Granuloma が認められ、その週辺には新生血管の発達が著明で、心外膜下冠動脈内に Schlesinger Massが見られる。(H. E. 染色, $\times 40$)

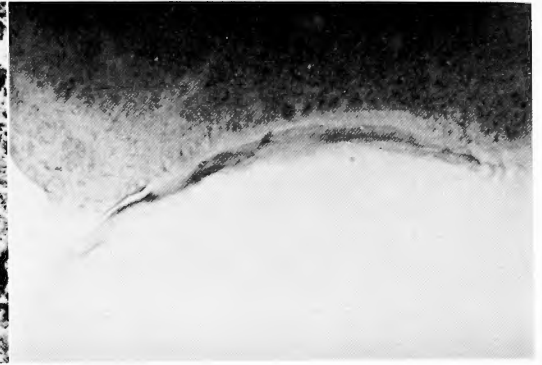


図17 No. 21.—GO犬+心・鬱血肺癒着術(Asbestos poudrage 施行)の Angiogram: 肺動脈より注入された Urographin 寒天溶液が心外膜下の心筋内へ明瞭に移行している。



図18 No. 23.—GO犬+心・鬱血肺癒着術(Asbestos poudrage非施行)の心肺癒着部: 心肺間は疎鬆な結合組織で癒着し、心外膜下心筋内に少数のSchlesinger Mass が認められる (H. E. 染色, $\times 40$)

れる術式ほど、成績がよいと結論するものである。

稿を終るに当り、御指導を賜つた恩師麻田栄教授、並びに御援助をいただいた中村和夫講師ほか教室の協同研究者各位に対し、衷心より感謝の意を表する次第である。

本論文の要旨は第11回日本胸部外科学会総会及び第59回、第60回日本外科学会総会、第23回日本循環器学会総会に於いて発表した。

文 献

- 1) 麻田栄・武内敦郎・中村和夫・入江義明・鈴木昭二・隠岐和彦・権藤勇・村川繁雄・竹本晋三・板谷博文：冠不全の外科的療法に関する研究 Cardiopexy を中心として。日本胸部外科学会雑誌, 6, 403, 昭. 33.
- 2) 麻田栄・中村和夫・武内敦郎・鈴木昭二・村川繁雄・権藤勇・隠岐和彦・入江義明・竹本晋三・栗山隆興・大沢一博・板谷博之：冠不全の外科的療法に関する研究。(第3報)。日本胸部外科学会雑誌 6, 403, 昭. 33.
- 3) Bakst, A. A., Goldberg, H. & Bailey, C. P.: The Effect of Acute Occlusion of the Coronary Sinus on the Coronary Circulation. *Circul. Res.*, 2, 410, 1954.
- 4) Baronofsky, I. D., Sprafka, J. L. & Noble, J. E.: Use of Intestinal Loops for Revascularization of the Heart. *Circulation*, 2, 506, 1954.
- 5) Batesatti, M., Tagliaferro, A. & DeMarchi, G.: Ligation of Both Internal Mammary Arteries in Vascularization Disturbances of the Myocardium. *J. A. M. A.*, 160, 713, 1956.
- 6) Beck, C. S. & Mako, A. E.: Venous Stasis in the Coronary Circulation. *Am. Heart J.*, 21, 767, 1941.
- 7) Bloomer, W. E., Stern, H. & Liebow, A. A.: Application of Induced Pulmonary Arterial Collateral Circulation as Collateral Supply to the Heart. *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.*, 86, 202, 1954.
- 8) Carter, B. N., Gall, E. A. & Wadsworth, C. L.: An Experimental Study of Collateral Coronary Circulation Produced by Cardiopneumopexy. *Surgery*, 25, 489, 1949.
- 9) Fauteux, M.: Treatment of Coronary Disease with Angina by Pericoronary Neurectomy Combined with Ligation of the Great Cardiac Vein. *Am. Heart J.*, 31, 260, 1946.
- 10) Gage, A. A., Olson, K. C. and Chardack, W. M.: Cardiopericardiopexy; An Experimental Evaluation. *Ann. Surg.*, 147, 289, 1958.
- 11) Garamella, J. J., Hay, L. J., Georg, V. P. & Jensen, N. K.: Modified Cardiopneumopexy Employing Segmental Resection: An Experimental Method With Directional Flow Studies. *Surgery*, 39, 574, 1956.
- 12) Garamella, J. J., George, V. P., Anderson, J. G., Ditmanson, M. L. & Hay, L. J.: Modified Cardiopneumopexy Employing Pulmonary Segmental Resection. *Ann. Surg.*, 146, 864, 1957.
- 13) Gregg, D. E., Thornton, J. J. & Mautz, F. R.: Magnitude Adequacy and Source of Collateral Blood Flow and Pressure in Chronically Occluded Coronary Arteries. *Am. J. Physiol.*, 129, 161, 1939.
- 14) Harken, D. H.: De-epicardialization; A Simple Effective Surgical Treatment for Angina Pectoris. *Circulation*, 12, 955, 1955.
- 15) 井上雄・正津晃・宇田川康也・川田光三：冠動脈疾患の外科療法。一とくに内胸動脈切断術の検討一。外科, 20, 724, 昭33.
- 16) Kownacki, R. J., Kownacki, V. P., Kennel, A. J., Imbriglia, J. E. & Martin, W. L.: Collateral Circulation to the Heart by Means of Cardiopneumopexy and Lingular Vein Ligation. *Arch. Surg.*, 76, 106, 1958.
- 17) Lezius, A.: Die Künstliche Blutversorgung des Herzmuskels. *Arch. Klin. Chir.*, 189, 343, 1937.
- 18) Lezius, A.: Die Behandlung der Angina Pectoris und der Koronarinsuffizienz durch die Kardio-Pneumonopexie. *Arch. klin. Chir.*, 267, 576, 1951.
- 19) Lord, J. W., Coryllos, E., Lowenfels, A. B., Dysart, R., Neuman, C. C. & Hinton, J. W.: Evaluation of Operations for Revascularization of the Myocardium by the Study of Coronary Bloodflow Using Extracorporeal Circulation. *Surgery*, 43, 202, 1958.
- 20) Nakamura, K.: The Experimental Production of Coronary Insufficiency in Dogs. *Arch. Jap. Chir.*, 28, 736, 1959.
- 21) O'Shaughnessy, L.: An Experimental Method of Producing a Collateral Circulation to the Heart. *Brit. J. Surg.*, 23, 665, 1936.
- 22) O'Shaughnessy, L.: Surgical Treatment of Cardiac Ischemia. *Lancet*, 1, 185, 1937.
- 23) Prudden, J. F.: A Study of the Effectiveness of "High Pressure" Cardiopneumopexy in Myocardial Revascularization.

- Surg., Gynec. & Obst., **106**, 702, 1958.
- 24) Schildt, P., Stanton, E. & Beck, C. S.: Communication Between the Coronary Arteries Produced by Application of Inflammatory Agents to the Surface of the Heart. *Ann. Surg.*, **118**, 34, 1943.
- 25) Schlesinger, M. J.: An Injection plus Dissection Study of Coronary Artery Occlusions and Anastomoses. *Am. Heart J.*, **15**, 528, 1938.
- 26) Stanton, E., Schildt, P. & Beck, C. S.: The Effect of Abrasion of the Surface of the Heart upon Intercoronary Communications. *Am. Heart J.*, **22**, 529, 1941.
- 27) 鈴木昭二. 冠不全の外科的療法に関する実験的研究. *日本外科宝函*. **29**, 779, 昭35.
- 28) Takeuchi, A.: Experimental Studies on the Surgical Treatment for Coronary Insufficiency. *Arch. Jap. Chir.*, **28**, 1067, 1959.
- 29) Thompson, S. A.: Experiences with Cardiopericardiopexy in Treatment of Coronary Disease. *J. A. M. A.*, **152**, 678, 1953.
- 30) 和田寿郎: 狭心症の外科的療法. *胸部外科*, **9**, 320, 昭31.
- 31) Wedel, J. V., Conn, G., Lord, J. W. Jr., Neuman, C. G. & Hinton, J. W.: Revascularization of the Heart by Pedicle Skin Flap. *Surgery*, **37**, 32, 1955.
- 32) Vidon, R. A., Kline, J. L., Pitel, M. & Liebow, A. A.: The Application of an Induced Bronchial Collateral Circulation to the Coronary Arteries by Cardiopneumonoxy. *Am. J. Path.*, **32**, 897, 1956.
- 33) Vineberg, A. M.: Development of an Anastomosis Between Coronary Vessels and Transplanted Internal Mammary Artery. *Canad. M. A. J.*, **55**, 117, 1946.
- 34) Vineberg, A. M., Mahanti, B. C.: Evaluation of Experimental Myocardial Revascularization Operations by Ameroid Coronary Artery Constriction. *Surgery*, **47**, 748, 1960.